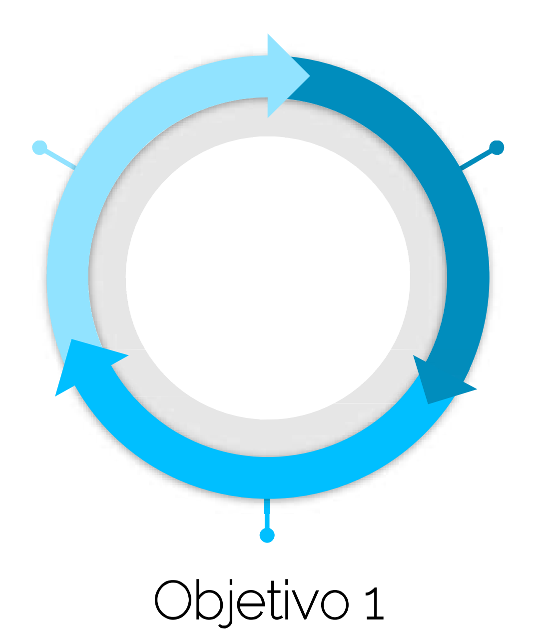

UTEC
UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA
Y TECNOLOGÍA
SEMANA 1
Ciencia de los Materiales



Introducción a la ciencia de los materiales

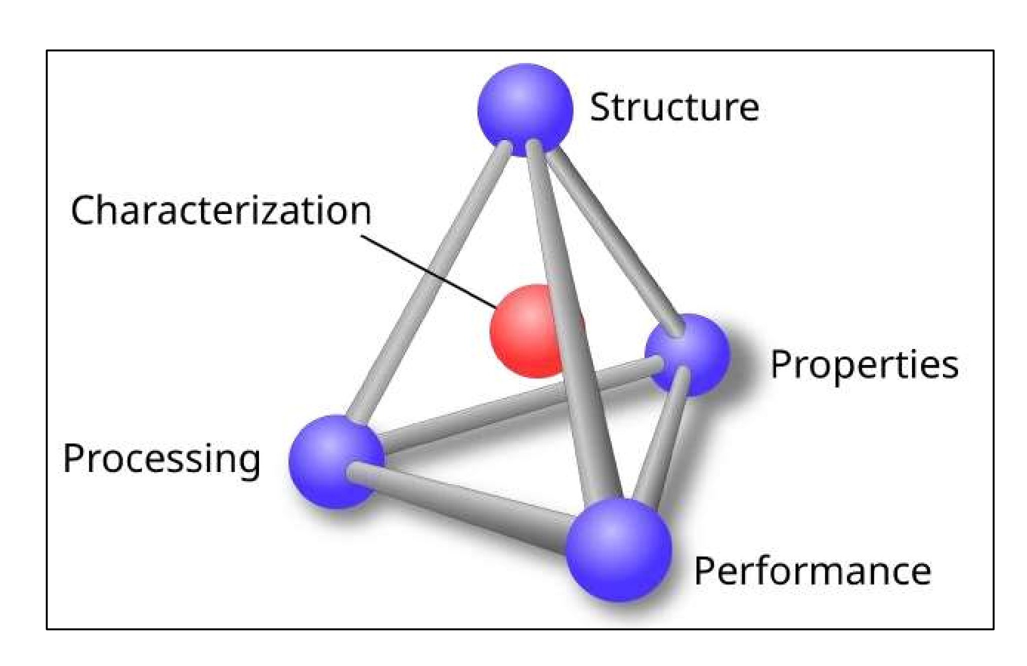
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE



Objetivo 1

Entender los conceptos principales que definen a la ciencia e ingeniería de materiales.

¿Qué es la ciencia de materiales?



Es un campo interdisciplinario que se enfoca en el estudio y manipulación de la estructura y composición de los materiales para obtener propiedades específicas y deseables. En otras palabras, es la ciencia que nos permite entender y modificar los materiales que nos rodean, desde los metales hasta los plásticos, pasando por los cerámicos y los compuestos.

¿Por qué es importante es la ciencia de los materiales?

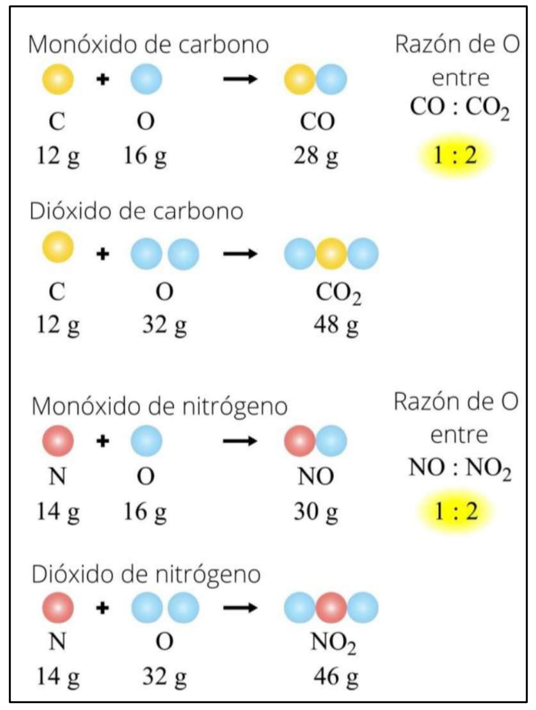
Esta disciplina es fundamental para el desarrollo tecnológico y la innovación en diversos sectores, como:

- **Ingeniería:** En la creación de nuevos materiales para construir edificios más resistentes, vehículos más ligeros y eficientes, o dispositivos electrónicos más pequeños y potentes.
- **Medicina:** En el desarrollo de biomateriales para implantes, prótesis y dispositivos médicos, así como en la creación de nuevos fármacos y sistemas de liberación de medicamentos.
- **Energía:** En la búsqueda de materiales para almacenar energía de manera más eficiente, como las baterías de iones de litio, o para convertir la energía solar en electricidad.
- **Medio ambiente:** En el desarrollo de materiales sostenibles y biodegradables, así como en el tratamiento de residuos y la descontaminación.

¿En que consiste la composición de un material?

¡Hola! La composición de un material hace referencia a **los elementos químicos que lo conforman** y **las proporciones en las que se encuentran**. Es como una receta, pero en lugar de ingredientes para cocinar, hablamos de átomos que se unen para formar el material.



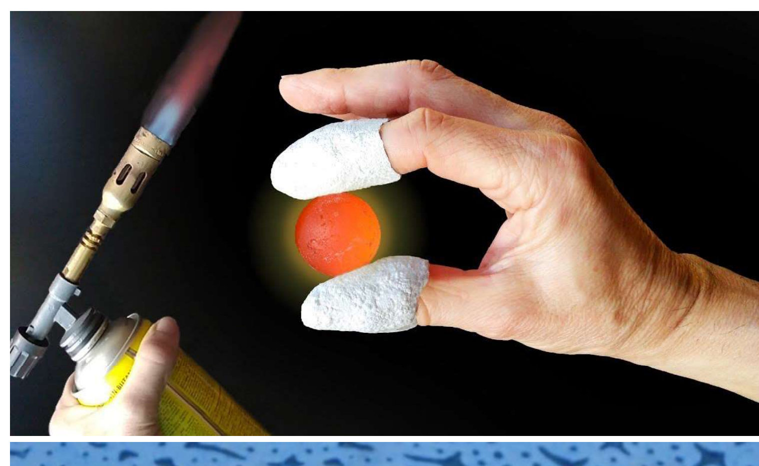


¿Por qué es importante conocer la composición?

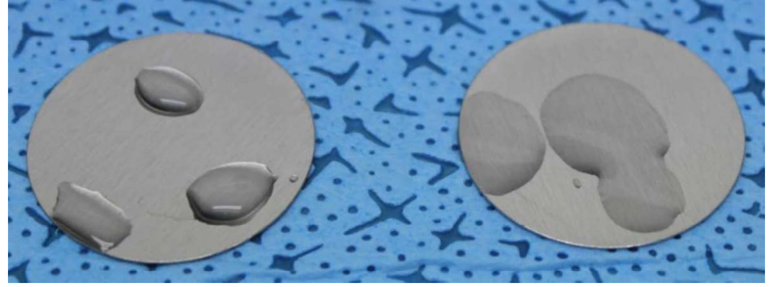
•**Predecir sus propiedades:** La composición determina si un material será duro, blando, conductor, aislante, resistente al calor, etc.

•**Mejorar los materiales existentes:** Modificando la composición, podemos crear nuevos materiales con propiedades mejoradas.



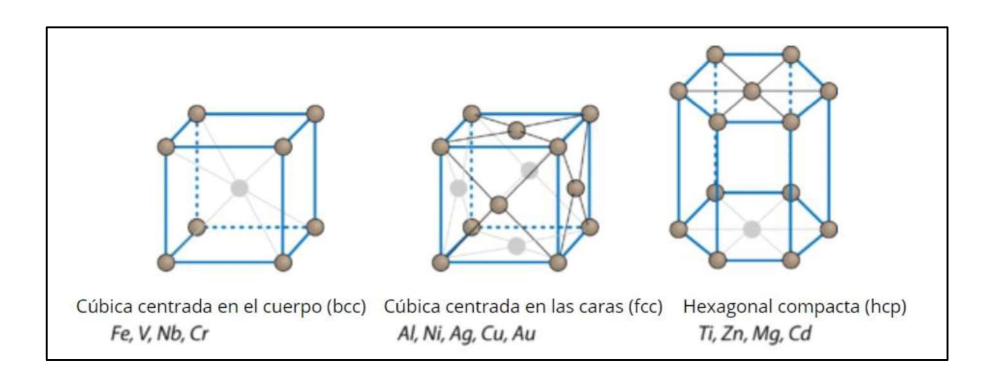


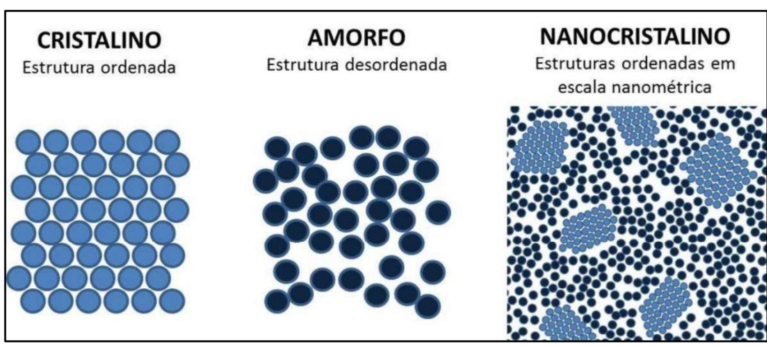


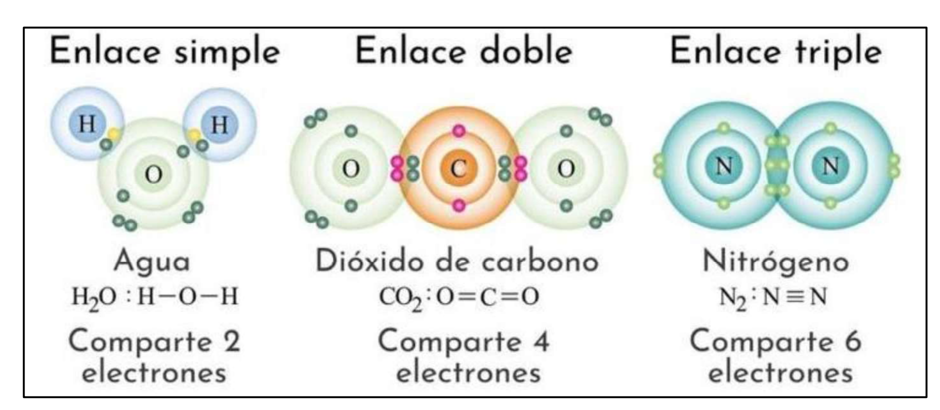


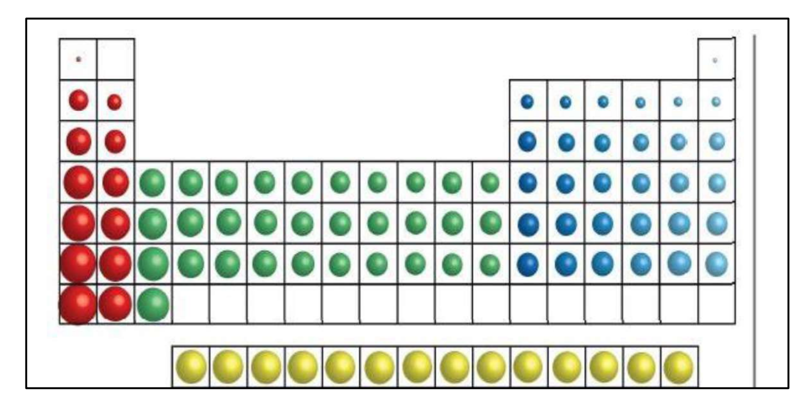
En qué consiste la estructura de un material

La estructura de un material se refiere a cómo se organizan los átomos, moléculas o iones que lo componen en el espacio. Esta organización determina en gran medida las propiedades físicas y químicas del material.





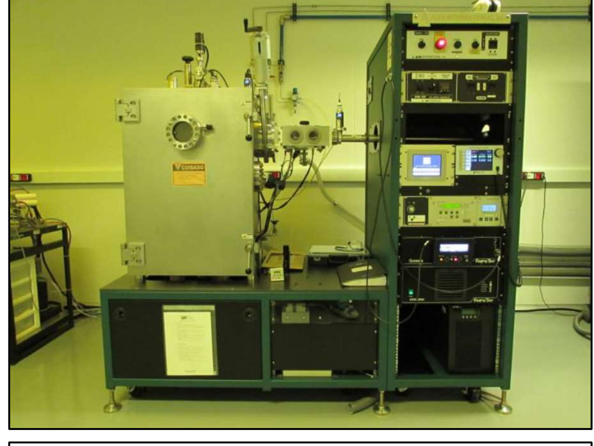


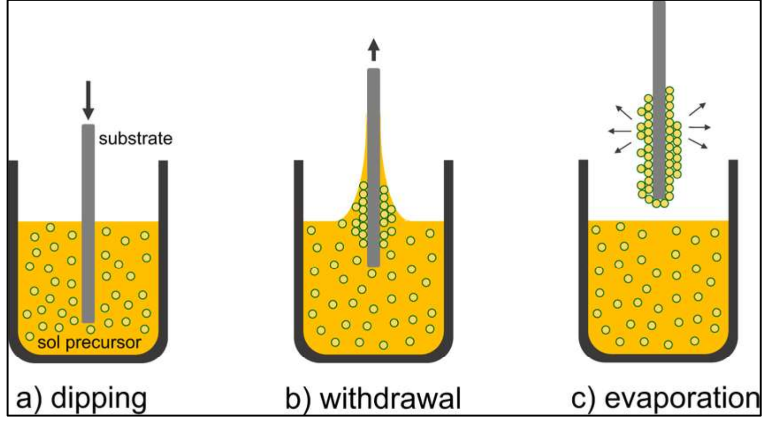


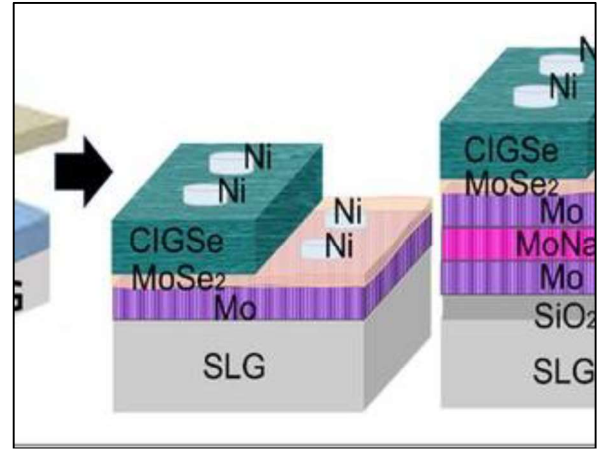
¿Qué significa realizar una síntesis de un material?

En términos más técnicos, la síntesis implica una serie de reacciones químicas o físicas que transforman los materiales de partida en un producto final con propiedades y características específicas.









¿Como se clasifican los materiales?

Clasificación según su composición

•**Metales:** Se caracterizan por su alta conductividad eléctrica y térmica, ductilidad y maleabilidad. Ejemplos: hierro, cobre, aluminio, oro.

•**Cerámicos:** Son compuestos inorgánicos no metálicos, generalmente formados por un metal y un no metal. Destacan por su dureza, fragilidad y alta temperatura de fusión. Ejemplos: cerámica, vidrio, cemento.

•**Polímeros:** Son macromoléculas orgánicas formadas por la unión de muchas unidades más pequeñas llamadas monómeros. Son flexibles, aislantes y ligeros. Ejemplos: plásticos, caucho, fibras naturales.

•**Compuestos:** Combinan las propiedades de dos o más materiales, como metales y cerámicos, o polímeros y fibras. Ofrecen una amplia gama de propiedades y aplicaciones. Ejemplos: fibra de carbono, hormigón armado.

¿Como se clasifican los materiales?

Clasificación según sus propiedades

Materiales estructurales: Se utilizan para soportar cargas y construir estructuras. Ejemplos: acero, hormigón, madera.

Materiales electrónicos: Se emplean en dispositivos electrónicos debido a sus propiedades eléctricas. Ejemplos: silicio, germanio, óxidos metálicos.

Materiales magnéticos: Presentan propiedades magnéticas y se utilizan en imanes, motores eléctricos y dispositivos de almacenamiento. Ejemplos: hierro, neodimio, cobalto.

Materiales ópticos: Interactúan con la luz y se utilizan en lentes, fibras ópticas y dispositivos láser. Ejemplos: vidrio, cristales fotónicos.

Materiales biomédicos: Son compatibles con el tejido vivo y se utilizan en implantes, prótesis y dispositivos médicos. Ejemplos: titanio, polímeros biodegradables.

Materiales funcionales: Presentan propiedades específicas que les permiten realizar funciones determinadas. Ejemplos: materiales piezoeléctricos, materiales termoeléctricos.

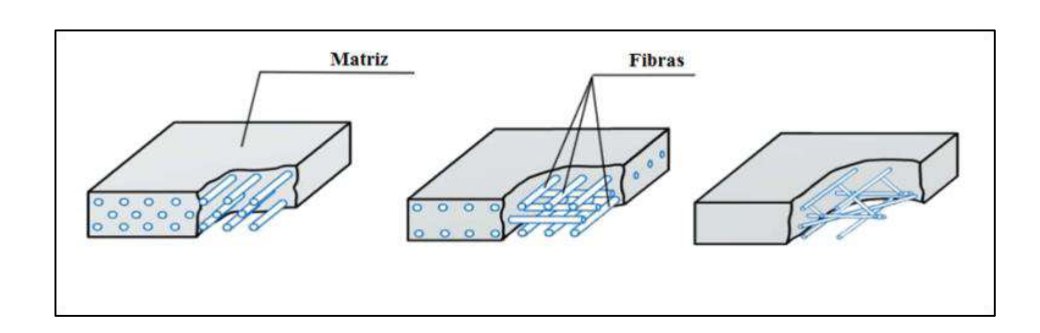
¿Como se clasifican los materiales?

Clasificación según su estructura

•**Materiales cristalinos:** Los átomos están ordenados en una estructura tridimensional repetitiva.

•**Materiales amorfos**: Los átomos carecen de un ordenamiento a largo plazo.

•**Materiales compuestos:** Combinan materiales cristalinos y amorfos.

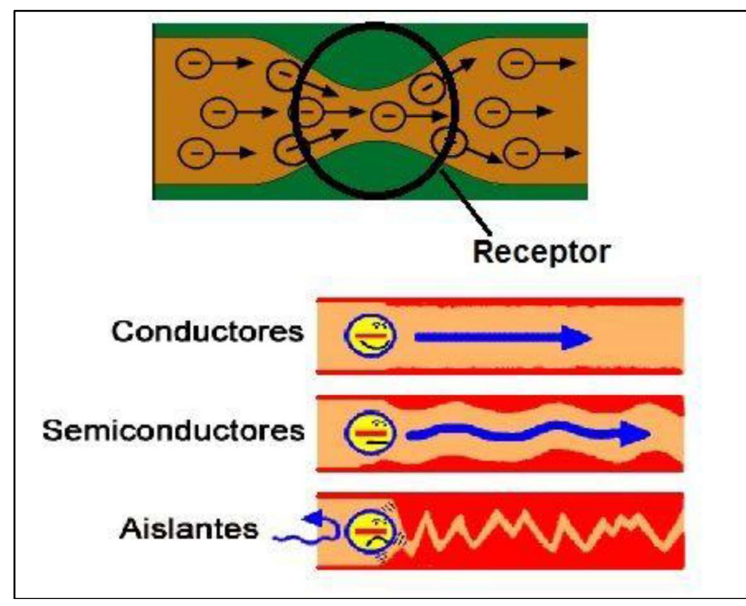




¿Escoja tres caracterizaciones de algún material, clasificado por su composición y explique?

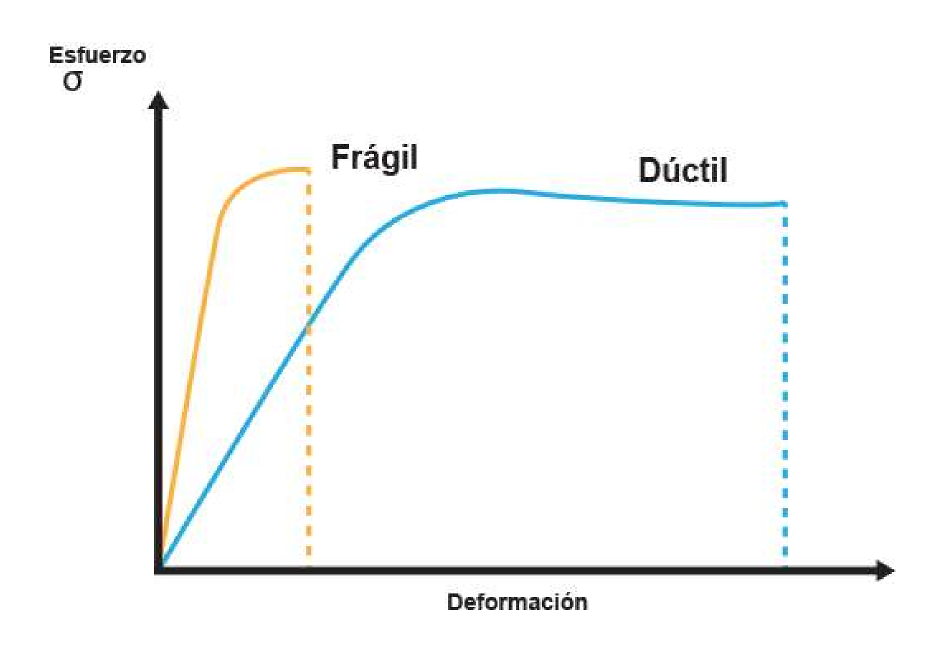
La conductividad eléctrica es la capacidad de un material para permitir el paso de corriente eléctrica a través de él. Imagina que los materiales son como tuberías por las que fluye un líquido: algunos materiales tienen tuberías muy anchas y lisas, permitiendo un flujo fácil (alta conductividad), mientras que otros tienen tuberías estrechas y rugosas, dificultando el flujo (baja conductividad).



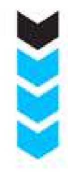


¿Escoja tres caracterizaciones de algún material, clasificado por su composición y explique?

La fragilidad es la propiedad de un material de romperse o fracturarse de manera súbita y sin una deformación plástica significativa cuando se somete a una fuerza. Es decir, un material frágil se rompe sin antes "doblarse" o deformarse de manera visible.



Nos gustaría fabricar un techo transparente para una aeronave. Si tuviéramos que usar una cubierta tradicional de vidrio, las rocas o las aves podrían romperla. Diseñe un material que minimice el daño o, al menos, impida que el techo se rompa en pedazos. (Justifique su respuesta con 3 propiedades de los materiales)



CONCLUSIONES REALIZADAS POR LOS ALUMNOS

1. Xxxx
2. xxx



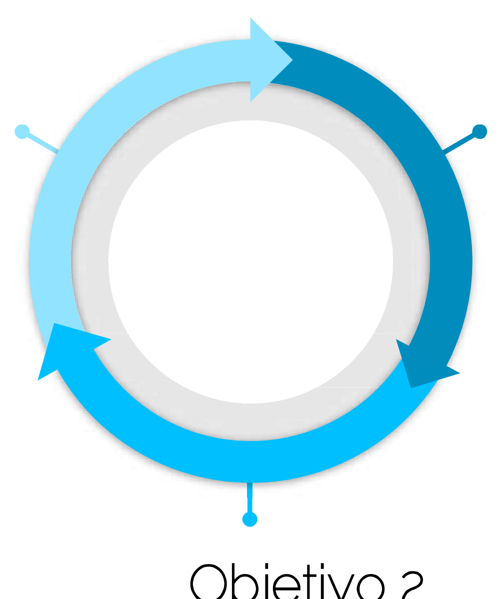


Arreglos atómicos e iónicos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Objetivo 3

Visualizar la forma en la que los átomos se distribuyen en estructuras Cristalinas



Objetivo 2

Definir los cuatro números cuánticos de los electrones y explicar el significado de cada uno.

Como los científicos caracterizan los materiales por medio de sus escalas de longitud

La caracterización de materiales a través de diferentes escalas de longitud es fundamental para comprender sus propiedades, comportamiento y aplicaciones. Cada escala nos revela información crucial sobre la estructura interna del material, desde la disposición atómica hasta la presencia de defectos y la morfología a gran escala

Como los científicos caracterizan los materiales por medio de sus escalas de longitud

Principales Escalas de Longitud y Técnicas de Caracterización:

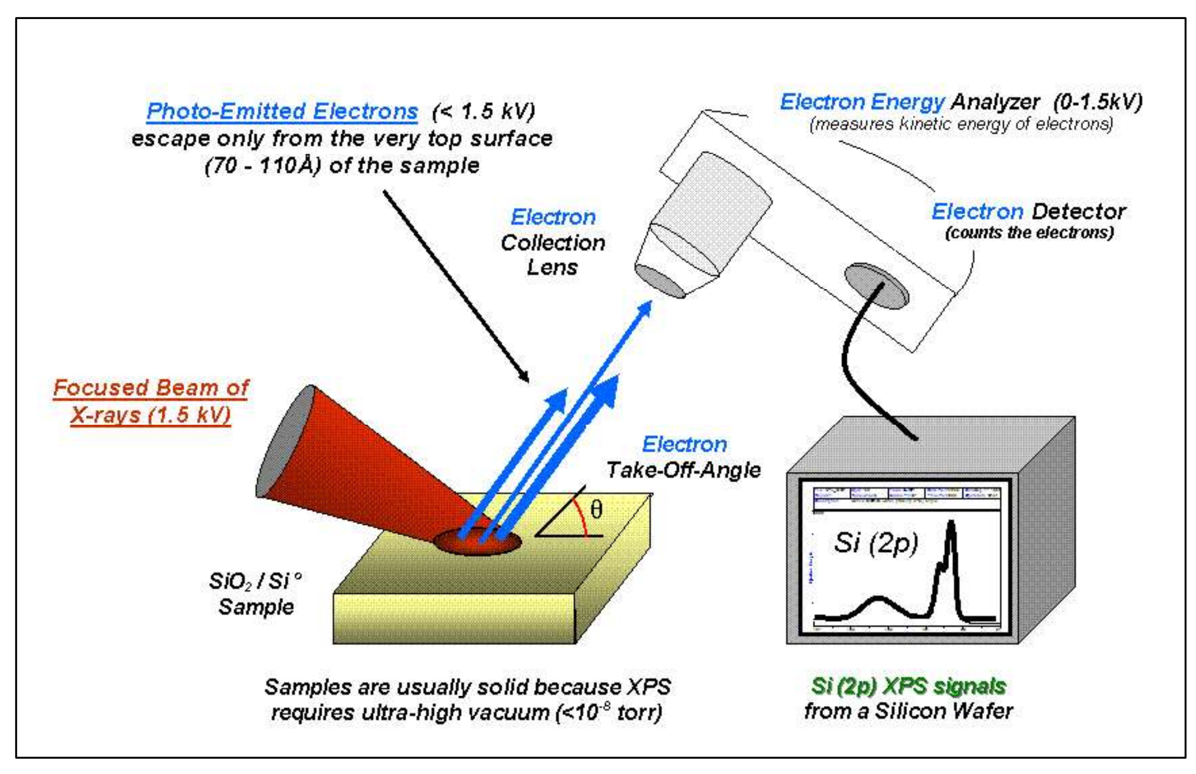
1. Escala atómica: Técnicas: Difracción de rayos X, difracción de neutrones, espectroscopía de fotoelectrones de rayos X (XPS). Información: Permite determinar la disposición de los átomos en la red cristalina, los enlaces químicos y la composición elemental.

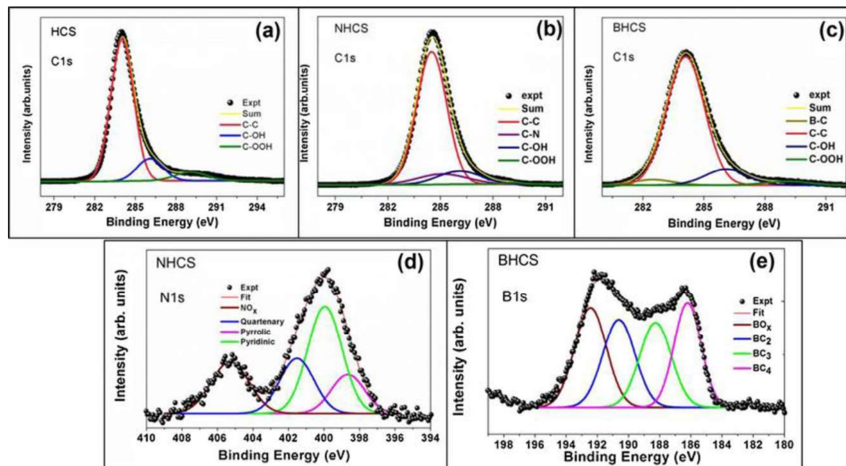
2. Escala nanométrica: Técnicas: Microscopía electrónica de transmisión (TEM), microscopía de fuerza atómica (AFM), microscopía de túnel de barrido (STM). Información: Revela detalles sobre la estructura de los granos, los defectos cristalinos (dislocaciones, vacancias), las interfaces y la morfología de nanopartículas.

3. Escala micrométrica: Técnicas: Microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido (SEM). Información: Permite observar la microestructura, el tamaño de grano, la distribución de fases y la presencia de poros.

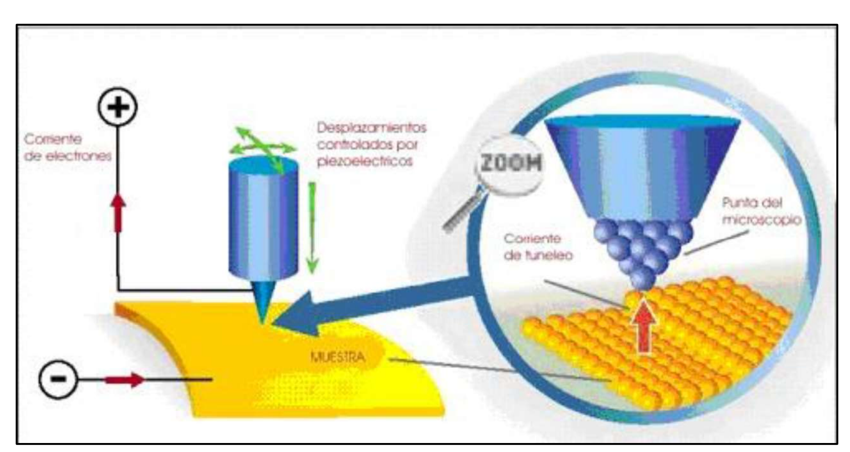
4. Escala macroscópica: Técnicas: Ensayos mecánicos (tensión, compresión, flexión), análisis térmico, análisis químico. Información: Proporciona datos sobre las propiedades mecánicas, térmicas y químicas del material a gran escala.

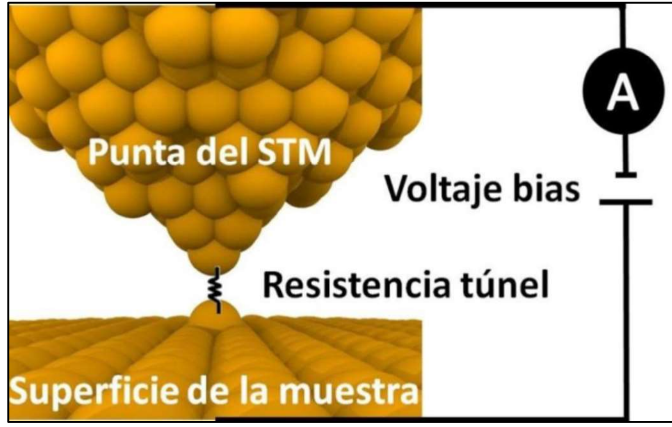
Espectroscopía Fotoelectrónica de rayos X (XPS)

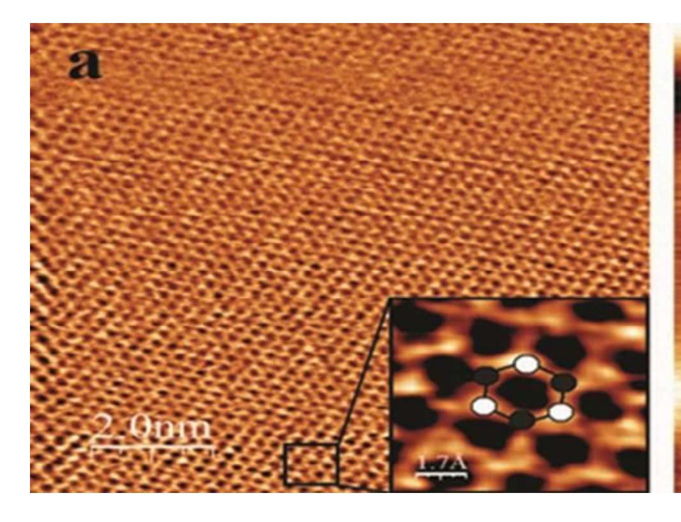


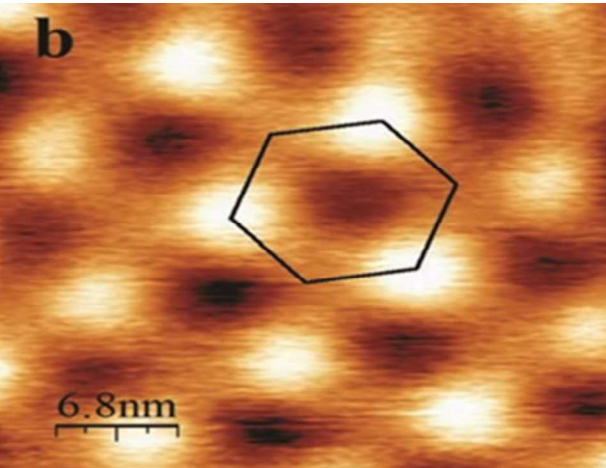


STM - Scanning tunelling microscopy









¿Qué es la estructura atómica?

La estructura atómica se refiere a la organización interna de un átomo, la unidad básica de la materia. Es como si el átomo fuera un pequeño sistema solar, con un núcleo en el centro y electrones orbitando a su alrededor.

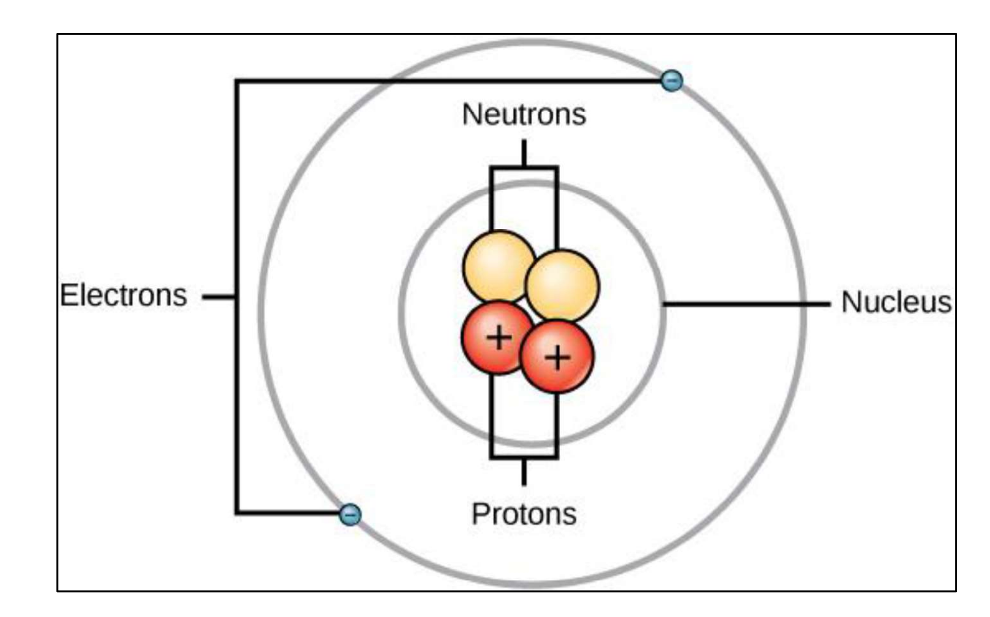
Componentes Principales del Átomo:

•**Núcleo:**

- **Protones:** Partículas con carga positiva.
- **Neutrones:** Partículas sin carga.
- El núcleo concentra casi toda la masa del átomo.

•**Nube de electrones:**

- **Electrones:** Partículas con carga negativa que orbitan alrededor del núcleo en niveles de energía específicos.



¿Cuál es el tamaño aproximado de un átomo?

El tamaño de un átomo es extremadamente pequeño y difícil de visualizar a escala humana.

¿Por qué es tan difícil de medir?

Nube de electrones: Los electrones no tienen una órbita definida como los planetas alrededor del Sol. En cambio, forman una especie de nube alrededor del núcleo, lo que hace que sea complicado establecer un límite exacto para el átomo.

Constante movimiento: Las partículas subatómicas están en constante movimiento, lo que dificulta aún más obtener una medida precisa.

Un átomo típico tiene un diámetro de aproximadamente 0.1 nanómetros.



¿Cuál es la diferencia entre un átomo cristalino y uno amorfo?

Tabla comparativa

Característica	Átomos Cristalinos	Átomos Amorfos
Ordenamiento	Alto, estructura repetitiva	Bajo, disposición aleatoria
Forma	Geométrica definida	Irregular
Punto de fusión	Definido	Rango amplio
Propiedades	Duras, frágiles, conductividad variable	Blandas, dúctiles, aislantes
Ejemplos	Diamante, sal, metales	Vidrio, plástico, ámbar

¿Cuál es la diferencia entre la microestructura y la macroestructura?

Microestructura

•**Definición:** La microestructura se refiere a las características estructurales de un material a una escala microscópica, es decir, a nivel de granos, fases, inclusiones y defectos.

Importancia: La microestructura influye en propiedades mecánicas como la resistencia, la ductilidad y la tenacidad, así como en propiedades físicas como la conductividad eléctrica y térmica.

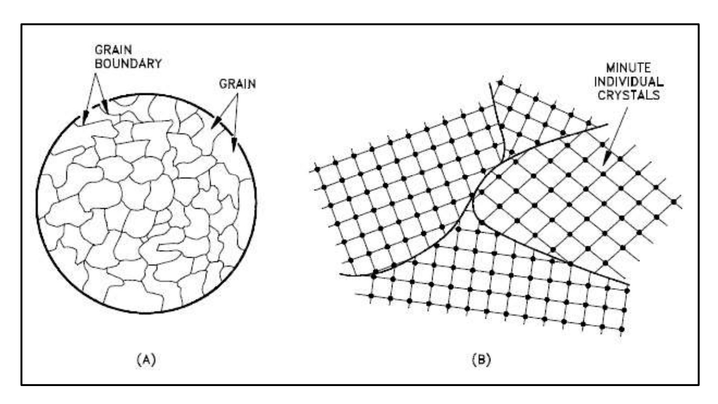
Elementos de la microestructura:

•**Granos:** Son los cristales individuales que componen un material policristalino. El tamaño, la forma y la orientación de los granos afectan las propiedades del material.

•**Fases:** Son regiones del material con una composición química y una estructura cristalina diferentes.

•**Inclusiones:** Son partículas extrañas presentes en el material, como óxidos o carburos.

•**Defectos:** Son imperfecciones en la estructura cristalina, como dislocaciones, vacancias y límites de grano.



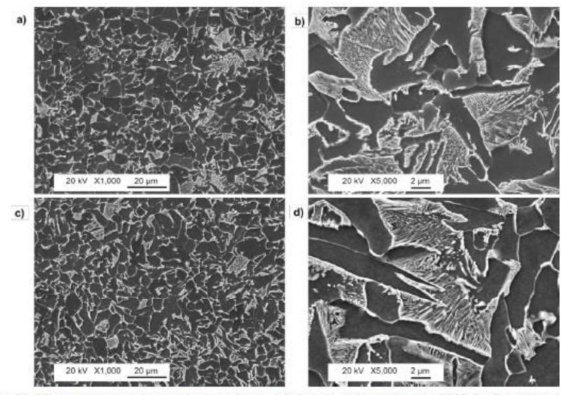


FIG. 10. Microestructura de la zona de grano fino real de la unión soldada de acero A283 Gr. C (a y b) y de la respectiva simulación física (c y d). MEB.

TABLA 4

RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MICROESTRUCTURA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO SIMULADAS Y SUS CONTRAPARTES REALES PARA LA UNIÓN SOLDADA DE ACERO A283 GR. C

Zona	Tamaño de Grano ASTM		Porcentaje de Ferrita Total	
	Real	Simulado	Real	Simulado
Grano Fino	13,1 +/- 0,3	13,0 +/- 0,2	70,1% +/- 0,9%	72,6% +/- 1,1%
Grano Grueso	-	-	17,6% +/- 2,1%	18,4% +/- 5,3%
Multipase	13,0 +/- 0,3	12,9 +/- 0,2	78,3% +/- 2,9%	78,3% +/- 0,3%
Metal Base	10,7 +/- 0,2	-	81,9% +/- 1,5%	-

¿Cuál es la diferencia entre la microestructura y la macroestructura?

Macroestructura

•**Definición:** La macroestructura se refiere a las características estructurales de un material a una escala macroscópica, es decir, a nivel de pieza o componente.

•**Observación:** Se observa a simple vista o utilizando técnicas de inspección no destructivas como radiografía o ultrasonido.

•**Importancia:** La macroestructura influye en propiedades como la resistencia a la fatiga, la corrosión y la fractura.

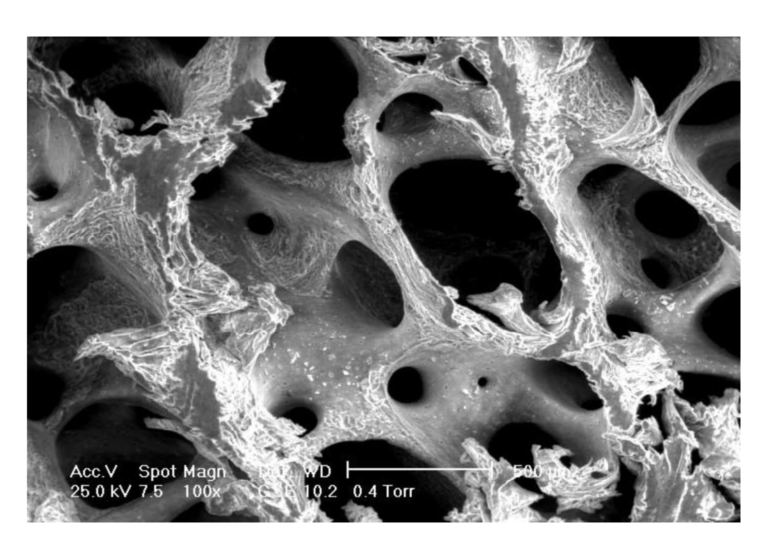
Elementos de la macroestructura:

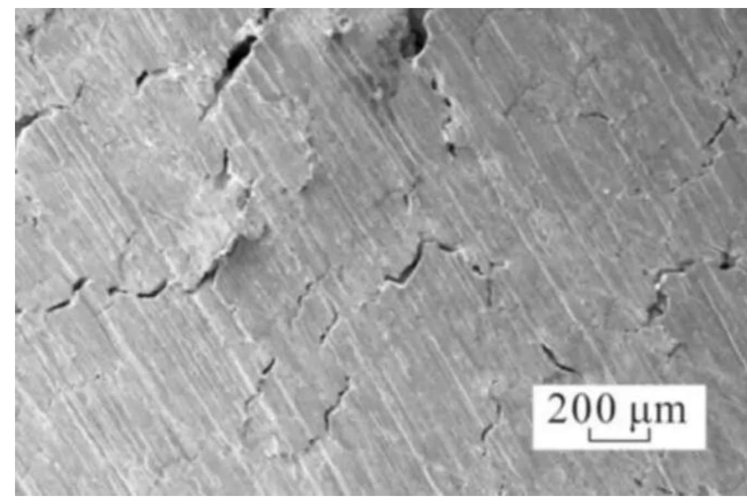
•**Porosidad:** Presencia de poros o huecos en el material.

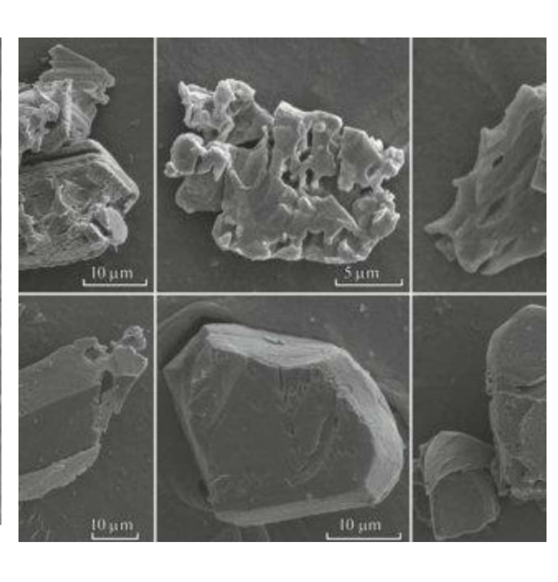
•**Grietas:** Fracturas o discontinuidades en el material.

•**Inclusiones grandes:** Partículas extrañas de gran tamaño.

•**Geometría de la pieza:** Forma y dimensiones generales de la pieza.

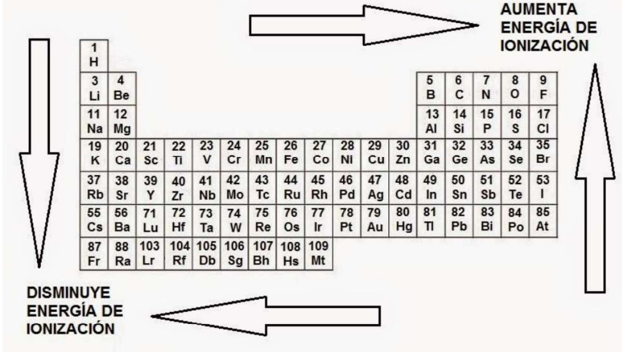






¿Qué información puedes obtener desde la tabla periódica?

- **Símbolo:** Una abreviatura de una o dos letras que representa al elemento.
- **Número atómico:** La cantidad de protones en el núcleo de un átomo de ese elemento.
- **Masa atómica:** El promedio ponderado de las masas de todos los isótopos de un elemento.
- **Radio atómico:** El tamaño de un átomo.
- **Energía de ionización:** La energía necesaria para quitar un electrón de un átomo.
- **Afinidad electrónica:** La energía liberada cuando un átomo gana un electrón.
- **Electronegatividad:** La capacidad de un átomo para atraer electrones hacia sí mismo en un enlace químico.



¿Qué son los números cuánticos?

Existen cuatro números cuánticos principales:

- **Número principal (n):** Indica el nivel de energía del electrón y se relaciona con el tamaño del orbital.
- **Número azimutal o secundario (l):** Define la forma del orbital y el subnivel de energía. Representa diferentes tipos de orbitales (s, p, d, f)**.**
- **Número magnético (m_l):** Especifica la orientación espacial del orbital en el espacio. Indica las diferentes orientaciones que puede tomar un orbital dentro de un subnivel.
- **Número de espín (ms):** Describe el sentido de rotación del electrón sobre su propio eje. Puede tomar dos valores: +1/2 o -1/2.

Subnivel (l)	Orbitales	Número de orbitales	Capacidad máxima de electrones (e^-)
s (l = 0)	0	1	2
p (l = 1)	-1 0 +1	3	6
d (l = 2)	-2 -1 0 +1 +2	5	10
f (l = 3)	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3	7	14

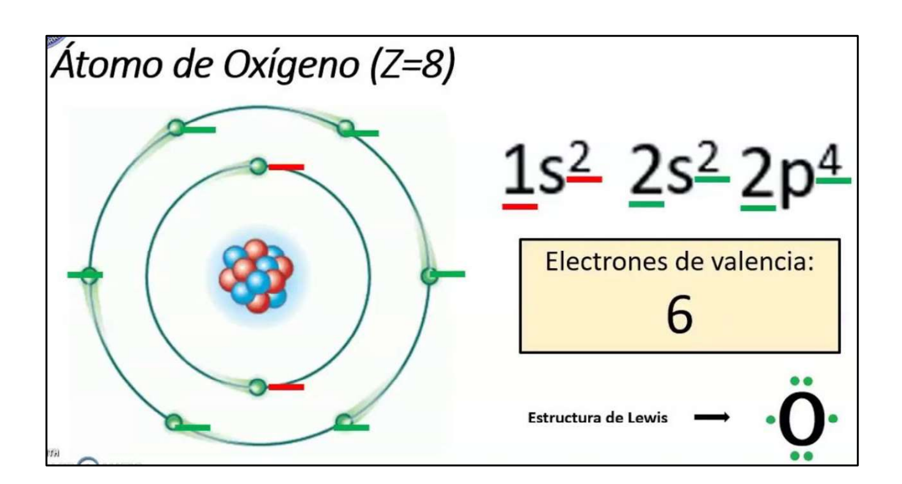
n
4
m_l
+1
$4p^3$
l
1
m_s
+1/2

¿Que son electrones de valencia?

Los electrones de valencia son como los "habitantes" más externos de un átomo. Imagina un átomo como una cebolla con varias capas. Los electrones de valencia son los que se encuentran en la capa más alejada del núcleo, como la piel de la cebolla.

Ejemplo:

El oxígeno tiene una configuración electrónica de $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$. Los electrones de valencia son los 6 últimos ($2s^2\ 2p^4$), ya que se encuentran en el nivel de energía n=2, que es el más alto.



¿Explique que es el enlace de Van der Waals?

Imagina un grupo de personas bailando muy cerca unas de otras. Aunque no se estén tomando de las manos (un enlace covalente o iónico), se sienten atraídas entre sí debido a la cercanía y a los movimientos coordinados. Algo similar ocurre a nivel atómico con las fuerzas de Van der Waals.

Las fuerzas de Van der Waals son atracciones débiles que se producen entre moléculas o átomos neutros. A diferencia de los enlaces covalentes o iónicos, que implican un intercambio o transferencia de electrones, las fuerzas de Van der Waals se originan por fluctuaciones temporales en la distribución de los electrones en las moléculas.



Fuerzas de Van der Waals: dipolos inducidos causados por fluctuaciones de carga.



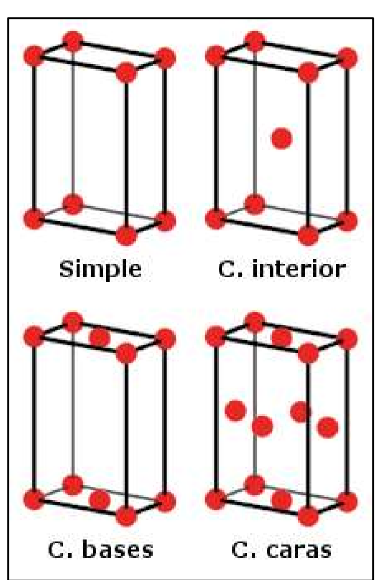
¿Qué es el concepto de red y base? (Ejemplos + Grafica)

En cristalografía, una red es un arreglo tridimensional infinito de puntos que representa la posición de los átomos, iones o moléculas en un cristal. Estos puntos se repiten en el espacio siguiendo un patrón regular. Imagina una caja de huevos: cada huevo representa un átomo y la forma en que están ordenados en la caja define una red.

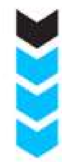
Características de una red:

Periodicidad: Los puntos de la red se repiten en todas las direcciones del espacio.

Traslación: La red se puede trasladar una cierta distancia en cualquier dirección sin cambiar su apariencia.



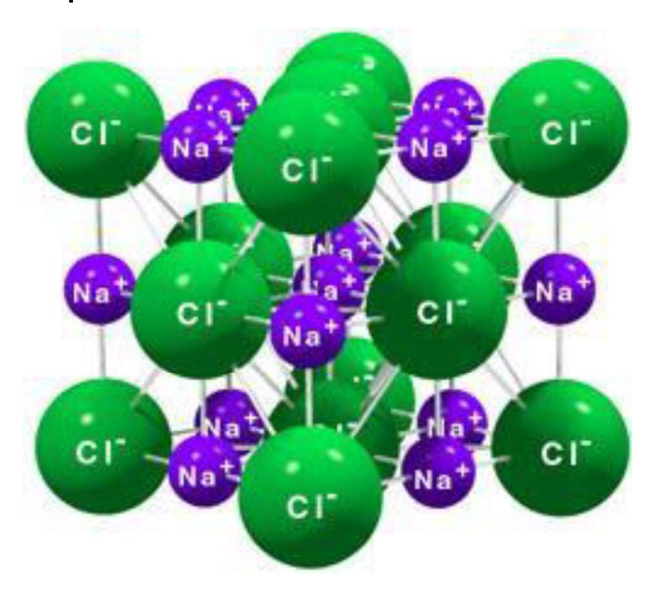




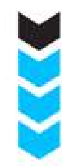
¿Qué es el concepto de red y base? (Ejemplos + Grafica)

La base de una red cristalina es el conjunto de átomos, iones o moléculas asociados a cada punto de la red. La base define la estructura interna de la celda unitaria.

Ejemplo: En el cloruro de sodio (sal común), la red cristalina está formada por una red cúbica simple. La base consiste en un ion sodio (Na+) y un ion cloruro (Cl-) colocados en los vértices opuestos de una celda unitaria cúbica.







¿Qué significa la celda unitaria en los materiales?

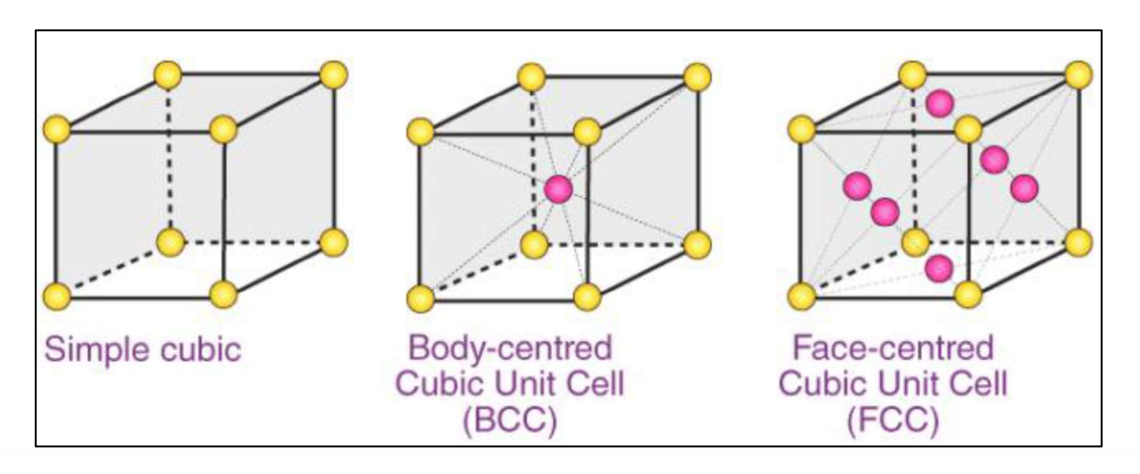
La celda unitaria es la unidad estructural más pequeña de un cristal que, al repetirse en las tres dimensiones del espacio, reproduce toda la red cristalina. Es decir, es la porción más pequeña de un cristal que conserva todas las características de todo el cristal.

Características clave:

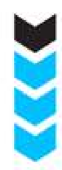
•**Repetitividad:** Se repite en las tres dimensiones del espacio para formar el cristal completo.

•**Simetría:** Refleja la simetría del cristal completo.

•**Contenido:** Contiene un número entero de átomos, iones o moléculas que corresponden a la base de la red.







¿Por qué es importante la celda unitaria?

Descripción de la estructura cristalina: La celda unitaria nos permite describir de manera precisa la estructura interna de un cristal, indicando la posición de cada átomo o ion en el espacio.

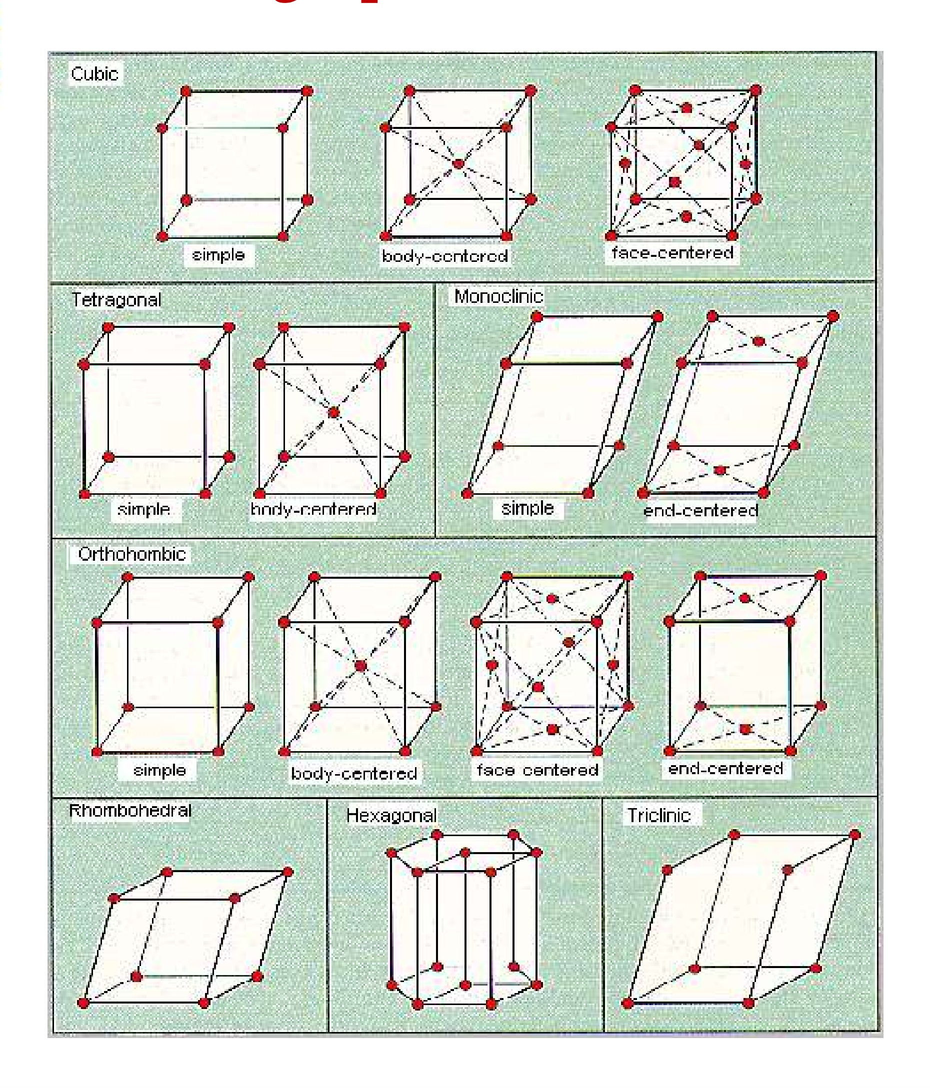
Propiedades de los materiales: La geometría y el contenido de la celda unitaria influyen directamente en las propiedades físicas y químicas de un material, como su dureza, conductividad eléctrica, punto de fusión, etc.

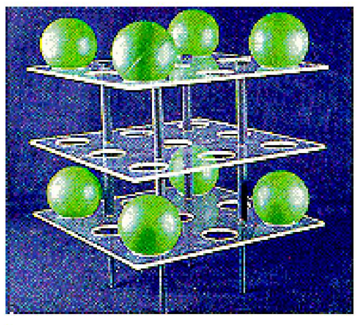
Diseño de materiales: Al comprender la estructura de la celda unitaria, los científicos pueden diseñar nuevos materiales con propiedades específicas.



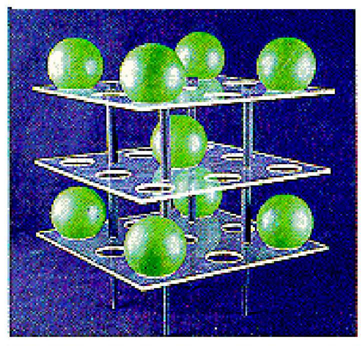


¿Tipos de celdas unitarias – Celdas de Bravais ?

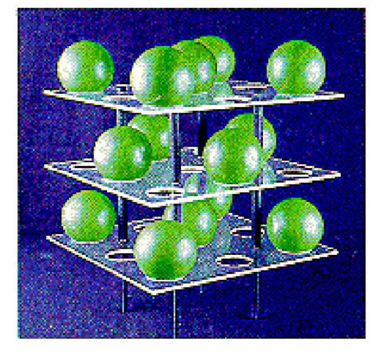




Simple Cubic



Body-Centered Cubic



Face-Centered Cubic





Red, base, celdas unitarias y estructuras cristalinas

Un sólido común contiene un orden de $10^{23}\ átomos/cm^{3}$. Para comunicar los arreglos espaciales de los átomos en un cristal, está claro que no es necesario especificar la posición de cada átomo(Seria gasto energético innecesario).

Es por eso, que se explicarán dos metodologías complementarias para describir de manera sencilla los arreglos tridimensionales de los átomos en un cristal.

Se hará referencia a ellas como el concepto de red y base y el concepto de celda unitaria

Una red es una colección de puntos llamados puntos de red, los cuales se arreglan en un patrón periódico. "OJO UNA RED PUEDE TENER UNA O TRES DIMENSIONES"

a)



Red, base, celdas unitarias y estructuras cristalinas

Un sólido común contiene un orden de $10^{23}\ átomos/cm^3$. Para comunicar los arreglos espaciales de los átomos en un cristal, está claro que no es necesario especificar la posición de cada átomo (Seria gasto energético innecesario).

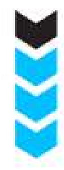
Es por eso, que se explicarán dos metodologías complementarias para describir de manera sencilla los arreglos tridimensionales de los átomos en un cristal.

Se hará referencia a ellas como el concepto de red y base y el concepto de celda unitaria

Una red es una colección de puntos llamados puntos de red, los cuales se arreglan en un patrón periódico. "OJO UNA RED PUEDE TENER UNA O TRES DIMENSIONES"

La base debe contener por lo menos un átomo

a) *b)*



Red, base, celdas unitarias y estructuras cristalinas

Un sólido común contiene un orden de $10^{23}\ \acute{a}tomos/cm^3$. Para comunicar los arreglos espaciales de los átomos en un cristal, está claro que no es necesario especificar la posición de cada átomo(Seria gasto energético innecesario).

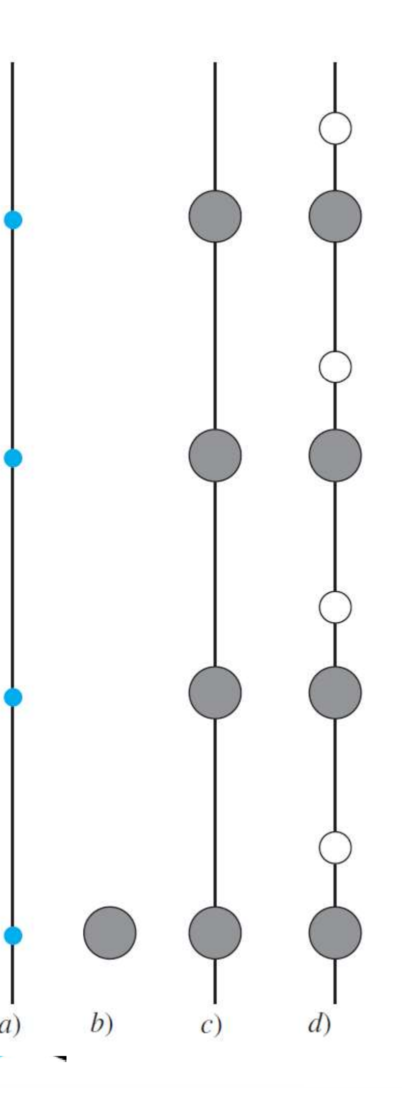
Es por eso, que se explicarán dos metodologías complementarias para describir de manera sencilla los arreglos tridimensionales de los átomos en un cristal.

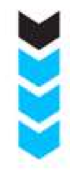
Se hará referencia a ellas como el concepto de red y base y el concepto de celda unitaria

Una red es una colección de puntos llamados puntos de red, los cuales se arreglan en un patrón periódico. "OJO UNA RED PUEDE TENER UNA O TRES DIMENSIONES"

La base debe contener por lo menos un átomo

Para obtener una estructura cristalina los átomos de la base se deben colocar en cada punto de red (es decir, la estructura cristalina = la red + la base),





CONCLUSIONES REALIZADAS POR LOS ALUMNOS

1. XXXXXX

